

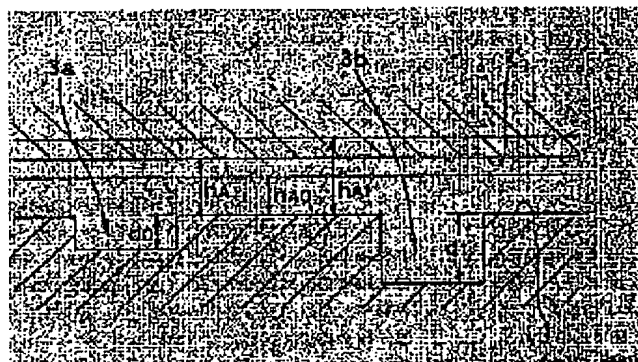
SLIDING MATERIAL

Publication number: JP11287329
Publication date: 1999-10-19
Inventor: KANI AKIRA; TEJIMA YOSHIHIRO
Applicant: EAGLE IND CO LTD
Classification:
- **International:** *F16J15/34; F16J15/34; (IPC1-7): F16J15/34*
- **European:**
Application number: JP19980091317 19980403
Priority number(s): JP19980091317 19980403

Report a data error here

Abstract of JP11287329

PROBLEM TO BE SOLVED: To exhibit stable slidability even under the condition that temperature and viscosity of sealed fluid are varied. **SOLUTION:** A plurality of dimples 3a, 3b having different depths d_0 , d_1 ($d_0 < d_1$) are formed on a sliding surface 1. When a clearance h_A between the sliding surfaces 1 and 2 is decreased to a value h_{A0} due to lowering of fluid viscosity accompanied with temperature rise, decrease of load capacity in the dimple 3b having the depth d_1 is compensated by the increase of the load capacity of the dimple 3a having the depth d_0 . To the contrary, when the clearance h_A between the sliding surfaces 1 and 2 is increased to a value h_{A1} , the decrease of the load capacity in the dimple 3a having the depth d_0 is compensated by the increase of the load capacity of the dimple 3b having the depth d_1 . Stable slidability is thus exhibited.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-287329

(43) 公開日 平成11年(1999)10月19日

(51) Int.Cl.⁶

F 1 6 J 15/34

識別記号

F I

F 1 6 J 15/34

C

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平10-91317

(22) 出願日 平成10年(1998)4月3日

(71) 出願人 000101879

イーグル工業株式会社

東京都港区芝大門1-12-15 正和ビル7階

(72) 発明者 可児 明

埼玉県坂戸市大字片柳1500番地 イーグル工業株式会社埼玉工場内

(72) 発明者 手嶋 芳博

埼玉県坂戸市大字片柳1500番地 イーグル工業株式会社埼玉工場内

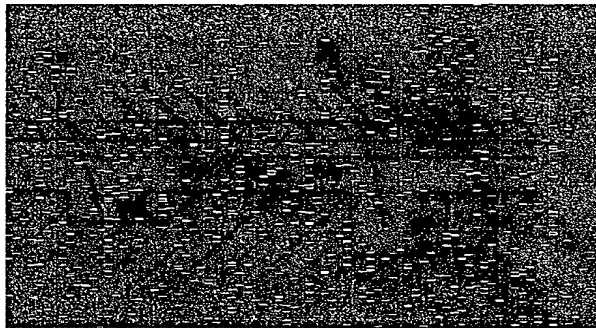
(74) 代理人 弁理士 野本 陽一

(54) 【発明の名称】 摺動材

(57) 【要約】

【課題】 密封対象液の温度(粘度)が変化するような条件下でも安定した摺動性を発揮することのできる摺動材を提供する。

【解決手段】 摺動面1に、異なる深さ d_0 、 d_1 ($d_0 < d_1$) の複数種類のディンプル3a、3bを形成する。この場合、温度上昇に伴う流体粘度の低下によって摺動面1、2間の隙間 h_A が h_{A0} に狭まると、深さ d_1 のディンプル3bにおける負荷容量の減少を、深さ d_0 のディンプル3aにおける負荷容量の増大によって補償し、逆に流体粘度の上昇によって摺動面1、2間の隙間 h_A が h_{A1} に広がると、深さ d_0 のディンプル3aにおける負荷容量の減少を、深さ d_1 のディンプル3bにおける負荷容量の増大によって補償し、常に安定した摺動性が発揮される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 平坦な摺動面に、深さの異なる複数種類のディンプルが多数形成されたことを特徴とする摺動材。

【請求項2】 請求項1の記載において、ディンプルの最小深さが $0.2\mu\text{m}$ 、最大深さが $60\mu\text{m}$ であることを特徴とするメカニカルシール用摺動材。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、機器の回転軸周で流体を密封する軸封装置において回転軸側の密封要素もしくはこれに摺接する静止側の密封要素として用いられる摺動材に関するものである。

【0002】

【従来の技術】メカニカルシールは、回転軸側に設けられてこの回転軸と共に回転する摺動材と、非回転のハウジング側に設けられた静止側の摺動材とが軸心に対して垂直な端面同士で密接摺動することにより、軸周における流体の漏洩を阻止するものであるため、その摺動材には、優れた耐摩耗性や摺動特性が要求される。このため、摺動材の材料としては、耐摩耗性に優れた炭化珪素、アルミナ等の硬質材あるいは自己潤滑性に優れたカーボン等が用いられる。

【0003】等温非圧縮性流体による潤滑下で平面同士を摺動させた場合、前記平面が極めて平滑であれば、摺動面間には理論的には定常状態において潤滑液膜は形成されないが、実際のメカニカルシールでは、摺動面上に生じた微小なうねりや、表面粗さ等の要因によって、潤滑液膜が形成される。しかし、摺動中は、前記うねりや表面粗さは摩擦熱等によって変化しており、この変化に伴う潤滑液膜の厚さの変動によって、摺動面における摩擦係数や発熱量も変動するため、摺動材をPV値等の著しく高い過酷な条件で使用すると、摩擦係数の平均値や最大値及び摺動発熱量が増大して、摺動面の微小な変質や破壊等が進展する。

【0004】例えば、炭化珪素等の硬質摺動材は、自己潤滑性を有するカーボンからなる摺動材と組み合わせて使用した場合に、摩擦熱によってカーボン側の摺動面にプリスタと呼ばれる火傷れによる虫食い状の異常損耗がしばしば発生することが知られている。このような摺動面の破壊は、摺動面間の液体潤滑膜が完全に消滅したために発生するものである。

【0005】そこで近年は、摺動特性の向上を図るために、摺動面に多数のディンプルを規則的な配列パターンで形成した摺動材が開発されている。この種の摺動材によれば、上述した摺動面でのプリスタ等の発生を有効に防止することができる。これは、摺動面に形成された多数のディンプルが潤滑液溜りとして機能することによって、過酷な摺動条件でも安定した潤滑液膜を形成し、また、スパイラル状の方向性をもったディンプルが摺動面

に介入する潤滑液にポンプ作用を与えることによって、潤滑液膜の厚さ及び密封対象液の漏洩量を適切に制御し、摺動面の潤滑及び冷却が促されるからである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記従来技術において摺動面に多数のディンプルを形成した摺動材は、全てのディンプルの深さが例えば $10\mu\text{m}$ 前後のほぼ一定値であり、密封対象液が一定温度（一定の粘度）であることを前提にしている。したがって、密封対象液の温度が変動するような条件下では摺動面間に介在する潤滑液膜の粘度の変化によって摩擦係数の変動が大きいという問題が指摘される。

【0007】本発明は、上記のような事情のもとになされたもので、その技術的課題とするところは、密封対象液の温度（粘度）が変化するような条件下でも安定した摺動性を発揮することのできる摺動材を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上述した技術的課題は、本発明によって有効に解決することができる。すなわち本発明に係る摺動材は、平坦な摺動面に、深さの異なる多数のディンプルが形成されたことを特徴とするものである。好ましくは、前記ディンプルの最小深さを $0.2\mu\text{m}$ 、最大深さを $60\mu\text{m}$ とする。

【0009】摺動面に形成した多数のディンプルは、相手摺動面との間に流体力学的な潤滑液膜として介入する密封対象液を保持するものである。そして、個々のディンプルは、それぞれ図1に示すようなレイリーステップを構成するものとみなすことができる。

【0010】図1において、一方の摺動面1には図の断面と直交する方向に延びるレイリーステップ1aが形成されており、他方の摺動面2は平坦に形成されている。摺動面1、2がレイリーステップ1aと垂直な方向に相対移動し、すなわち摺動面1が矢印A方向へ移動するか、又は摺動面2が矢印B方向へ移動すると、両摺動面1、2間に介在する流体が、その粘性によって摺動面1又は2の移動方向へ追従移動しようとするので、その際にレイリーステップ1aの存在によって流体軸受圧力（動圧）を発生する。この軸受圧力による負荷容量は、摺動面1、2間の隙間の大きさを h_A 、レイリーステップ1aの底部と摺動面2の間の隙間の大きさを h_B とすると、 h_B/h_A の値が1.866である場合に最大になることが解析によって得られることは、良く知られていることである（例えば「トライポロジ」近代科学社発行；第232頁参照）

【0011】ここで、レイリーステップ1aにより摺動面2との隙間が拡大されている部分3をディンプルであるとする、このディンプル3の深さdを摺動面1、2間の隙間 h_A の約9割程度とした場合に流体の動圧による負荷容量が最大になり、摺動面1、2の摺動性が最も

安定するものと期待される。前記隙間 h_A の値は流体の種類、温度及び圧力の関数である流体の粘度、摺動面1, 2を互いに押し付ける荷重等によって決まるものであり、流体の種類や前記荷重等は変化しないから、特に、温度が一定に管理された条件で運転されていれば、前記隙間 h_A は一定である。したがってこの場合は、深さ d が全て同一のディンプル3で安定した負荷容量が得られ、一定の摺動性を奏する。

【0012】ところが、例えばプロセス流体温度や摺動状況の変化等によって流体の温度が著しく変化するような場合は、流体の粘度の変化によって摺動面1, 2間の隙間 h_A も変動することになる。特に油脂類のように、粘度の温度依存性が大きい流体の場合は、温度変化に伴う隙間 h_A の変動も大きくなるため、先に述べたような、ディンプル深さ d が摺動面1, 2間の隙間 h_A の約9割程度である場合に負荷容量が最大になる条件から大きく乖離し、すなわち十分な負荷容量による良好な液体潤滑が発揮されないといった状況を生じることになる。

【0013】その点、図2に示すように、異なる深さ d_0 , d_1 ($d_0 < d_1$)の複数種類のディンプル3a, 3bを形成した場合は、例えば温度上昇に伴う流体粘度の低下によって摺動面1, 2間の隙間 h_A が h_{A0} に狭まると、深さ d_1 のディンプル3bにおいては前記条件から乖離するが、深さ d_0 のディンプル3aにおいては前記条件に近似して負荷容量が増大し、逆に流体粘度の上昇によって摺動面1, 2間の隙間 h_A が h_{A1} に広がると、深さ d_0 のディンプル3aにおいては前記条件から乖離するが、深さ d_1 のディンプル3bにおいては前記条件に近似し負荷容量が増大する。したがって、温度変化に伴う一部のディンプルの負荷容量の減少が他のディンプルの負荷容量の増大によって補償されることになり、常に安定した摺動性が発揮される。

【0014】ディンプル深さの最小値を $0.2\mu\text{m}$ 、最大値を $60\mu\text{m}$ としたのは、次の理由による。例えば水のように粘度の低い流体の場合には、摺動面1, 2間の隙間 h_A の最小値が $0.3\mu\text{m}$ 程度になるものと想定されるため、ディンプル深さの最小値を $0.2\mu\text{m}$ とすることで、粘度低下に十分に対応することができることになる。また、低温の油の場合、水の200倍程度まで粘度が上昇するものと想定されるため、ディンプル深さの最大値は $60\mu\text{m}$ あれば粘度上昇に十分に対応することができる。

【0015】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態としては、例えば密封対象流体の温度(粘度)が概して2水準で変化するような場合は、ディンプル深さは2値の離散分布で十分である。図3はその一例として、深さが2種類のディンプル3a, 3bを、1:1の割合で摺動面2に格子点状に交互に形成した場合を拡大して示すものである。

【0016】また、密封対象流体の温度(粘度)がラン

ダムに変化するような場合は、ディンプル深さの値が極めて多い連続分布とすることが望ましいが、実際には、ディンプル深さが3~5値の離散分布とする。これは、ディンプル深さを連続分布としたディンプル加工をすることは困難であり、3~5値の離散分布でも十分な効果を発揮し得るからである。すなわち、運転中に摺動条件の変化等によって流体温度がランダムに変化しても、これに伴う摺動面間の隙間の変化に対して、前記3~5値のディンプル深さのうちいずれかが、流体軸受圧力による負荷容量をほぼ最大となる深さに近似することになるからである。

【0017】

【実施例】以下に説明する実施例及び比較例を、メカニカルシール試験機を用いて、後述の試験条件により摺動試験を行った。メカニカルシール試験機は、図4に示すように、試料である固定環11をガスケット12を介して非回転状態に支持するケーシング13と、このケーシング13の内周に回転自在に挿通された回転軸14と、この回転軸14の外周にパッキン16を介して軸方向移動自在に支持され前記固定環11と軸方向に対向される回転環15と、この回転環15を軸方向に付勢してその摺動面を前記固定環11の摺動面に密接させるバネ17とを備え、固定環11、ガスケット12、ケーシング13、回転軸14、回転環15及びパッキン16で囲まれた密封空間には密封対象液Lが封入される。

【0018】固定環11として、高密度の炭化珪素摺動材からなり、摺動面11aに直径が $120\mu\text{m}$ の円形ディンプルをディンプル面積率8%で形成したものをを用いた。実施例においてはディンプル深さは $10\mu\text{m}$ 及び $30\mu\text{m}$ の2種類とし、その割合を1:1として交互に形成した図3のような形態とした。また、比較例においては、同じく直径 $120\mu\text{m}$ の円形ディンプルをディンプル面積率8%で形成し、全てのディンプルを $10\mu\text{m}$ の均一な深さとしたものをを用いた。

【0019】この摺動試験において、回転環15には樹脂含浸焼成カーボンからなり摺動面をディンプルの存在しない平滑面に形成したものをを用い、それ以外の条件は下記のとおりとした。

試験条件

- | | |
|---------------|------------------|
| (1) 密封対象液L | 非粘質中性油 |
| (2) 摺動面の周速 | 1.1 m/s |
| (3) 摺動面の面圧 | 1.5 MPa |
| (4) 密封対象液Lの温度 | 310 K, 290 Kの2条件 |

【0020】図5は上記試験の結果を摩擦係数で評価したものである。この試験結果によれば、密封対象である非粘質中性油の油温が310 Kの水準では、実施例における摩擦係数は比較例における摩擦係数よりも僅かに大きい。油温が290 Kの水準では、比較例における摩擦係数が油温310 Kの水準に比較して0.09上昇しているのに対し、実施例による摩擦係数の上昇が僅か

0.03に抑えられている。すなわち、比較例では油温変化による摩擦係数の変動が大きいが、実施例では油温変化による摩擦係数の変動が小さく、安定した摺動性能が得られることが確認された。

【0021】なお、本発明は、図示の実施形態によって限定的に解釈されるものではない。例えば、ディンプルの開口形状は図示のような円形に限らず、楕円形、長方形など、他の形状にしても良い。

【0022】

【発明の効果】本発明に係る摺動材によると、摺動面に、深さの異なる多数のディンプルを形成したものであるため、摺動時に相手摺動面との間に介在する流体に発生する流体軸受圧力による負荷容量が、流体温度の変化に伴って一部のディンプルでは減少しても他のディンプルでは増大するので負荷容量が安定し、温度変化に拘らず常に良好な摺動性を維持するといった効果が実現され

る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の摺動材において摺動面に形成したディンプルの作用を説明するための図である。

【図2】本発明の摺動材において摺動面に形成した深さの異なるディンプルの作用を説明するための図である。

【図3】本発明の摺動材の一実施形態を拡大して示す一部断面を表す斜視図である。

【図4】摺動材の摺動試験に用いるメカニカルシール試験機を軸心を通る平面で切断した概略的な半断面図である。

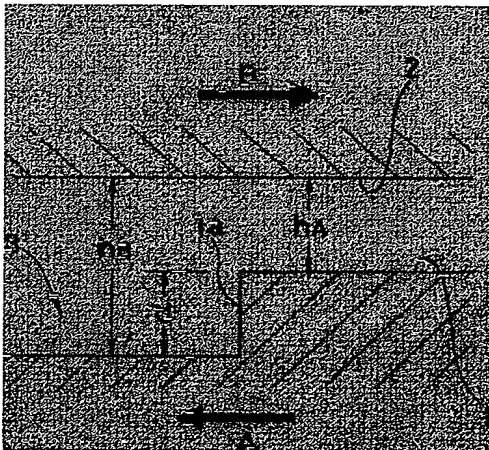
【図5】試験結果を示す説明図である。

【符号の説明】

1, 2 摺動面

3, 3a, 3b ディンプル

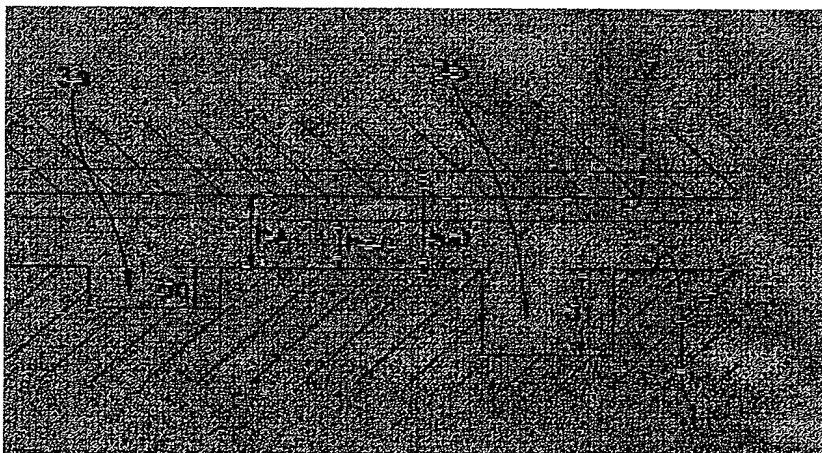
【図1】



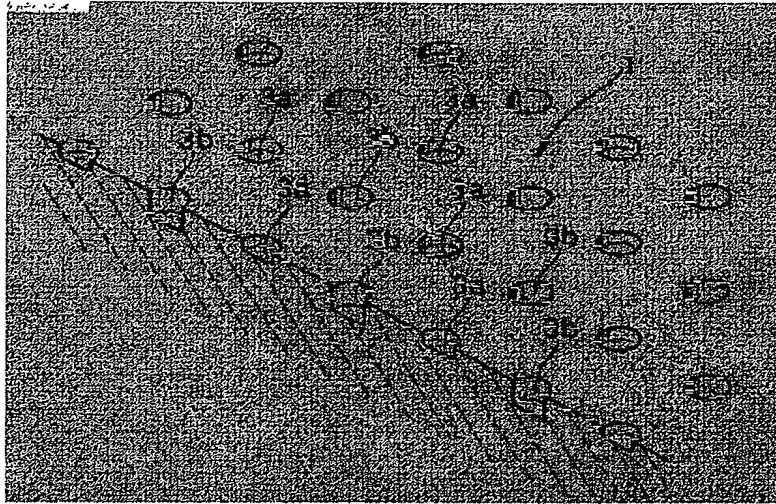
【図5】

| 油温 (度) | 負荷容量 (N) | 摩擦係数 |
|--------|----------|------|
| 30 | 0.05 | 0.05 |
| 40 | 0.05 | 0.05 |

【図2】



【図3】



【図4】

